

А. Д. Митин, М. А. Вольман

Ивановский государственный энергетический университет

имени В.И. Ленина, г. Иваново

mitin0909@mail.ru

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА RTRM

В работе рассмотрены вопросы анализа надежности ядерных энергоустановок. Описан алгоритм Ray Tracing Reliability Method (RTRM) и изложены результаты его реализации в пакете математического моделирования MATLAB.

Ключевые слова: ядерная энергоустановка; анализ надежности; моделирование.

A. D. Mitin, M. A. Volman

Ivanovo State Power Engineering University, Ivanovo

RELIABILITY ANALYSIS OF NUCLEAR POWER PLANTS BY RTRM METHOD

Issues of reliability analysis of nuclear power plants are considered. The Ray Tracing Reliability Method (RTRM) algorithm is described and the results of its implementation in the MATLAB mathematical modeling package are described.

Keywords: nuclear power plant; reliability analysis; modeling.

В целях обеспечения надежности эксплуатации ядерной энергоустановки производится большое количество расчетов, в число которых входит оценка погрешностей выходных параметров и анализ влияния их неопределенностей на надежность установки во время протекания аварийного процесса.

В настоящее время задачи анализа надежности решаются методами Monte Carlo Sampling [1] и Generation Random Sampled [2],

которые трудоемки и не дают адекватной оценки близких к нулю вероятностей.

Этих недостатков лишен Ray Tracing Reliability Method (RTRM) – алгоритм, суть которого состоит в аппроксимации границы отказа в фазовом пространстве отклонений входных данных методом SORM [3] и вычислению вероятности отказа как интеграла совместной плотности распределения отклонений входных параметров по области за этой границей.

Использование этого алгоритма дает возможность исключить оценку параметров распределения критериев надежности, которыми являются выходные данные математической модели, что очень упрощает оценку надежности установки. Также можно рассчитать близкие к нулю вероятности отказа, а также оценить влияние разных причин на вероятность отказа.

Была апробирована работа данного алгоритма для двумерного случая в пакете математического моделирования MATLAB. Для этого использована существующая математическая модель реактора, и для определенного представительного сценария «падение напряжения на главном центробежном насосе (ГЦН)» и пары входных параметров «расход теплоносителя – положение ОР СУЗ» оценена вероятность отказа установки по причине наличия отклонений входных параметров, а именно вероятность достижения максимального проектного повреждения твэлов. В качестве критериев безопасности использовались температура топлива и температура оболочки.

Список использованных источников

1. Войтишек, А. В. Основы метода Монте-Карло : учеб. пособие / А. В. Войтишек. Новосибирск : Новосиб. гос. ун-т, 2010. 108 с.
2. GRS Method for Uncertainty and Sensitivity Evaluation of Code Results and Applications / Glaeser H. // Science and Technology of Nuclear Installations. 2008. Vol. 2008. 7 p. DOI: 10.1155/2008/798901.
3. A general procedure for first/second-order reliability method (FORM/SORM) / Zhao Y.-G., Ono T. // Structural Safety. 1999. Vol. 21, Iss. 2. P. 95–112. DOI:10.1016/S0167-4730(99)00008-9/